

## МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ВЕКТОРНОЙ МОДЕЛИ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ

Е.А. Чичкарев, докт. техн. наук, профессор,  
В.С. Молчанова, старш. препод. ГВУЗ «ПГТУ»

Ввиду наличия большого количества машиностроительных чертежей, до сих пор хранящихся только на бумажных носителях и в тоже время повсеместным распространением САД-систем, проблема преобразования растровых изображений чертежа в векторный формат, остается актуальной.

Предлагается метод формирования векторной модели чертежа детали  $\vec{V}_D$  по растровому изображению контура детали  $G_D^s$ , основанный на лингвистическом анализе фрагментов контура и предполагающий следующую последовательность шагов.

1. Распознавание характеристических точек  $\{T\}$  и сегментация  $G_D^s$  выделением ранжированных вектор-контуров  $\{\vec{S}_k^{(F)}\}_K$ . Под характеристическими точками понимаются точки, ограничивающие примитивы.

2. Лингвистическое кодирование  $\{\vec{S}_k^{(F)}\}_K$  словами  $\{S_k^{(F)}\}_K$ .

Например, описание дискретного  $G_D^s$  цепным 8-связным кодом по Фримену. В процессе такого кодирования каждой точке  $(i, j)_q \in G_D^s$  ставится в соответствие номер  $\vec{s}_q \in [0; 7]$  единичного вектора, направленного из текущей точки  $(i, j)_q$  контура в следующую  $(i, j)_{q+1}$

3. Контурный анализ  $\{\vec{S}_k^{(F)}\}_K$  лингвистическим разбором  $\{S_k^{(F)}\}_K$  с целью распознавания  $\{\vec{N}\}$  и их параметризации  $\{P\}$ . Рассматривается два наиболее основных базовых типа примитива, используемых САД-системами: прямая ( $\vec{L}$ ), дуга эллипса ( $\vec{C}$ ). Предлагается, что слово  $S_k^{(F)}$  состоит из символов  $\{v_q\}_Q$  ( $v_q \in [0; 7]$ ).

Предложены следующие лингвистические правила распознавания  $\vec{L}$ : 1) при  $|v_{q+1} - v_q| \leq 1$  или  $|v_{q+1} - v_q| = 7$ , при  $v_{q+1} \neq v_q$  обязательно

соблюдение  $v_q = v_{q+2}$ ; 2) при  $|v_{q+1} - v_q| \leq 1$  символы  $S_k^{(F)}$  описывают не более, чем 2 соседних направления; 3) соблюдение  $|v_{q+1} - v_q| = 7$  возможно только для соседних направлений «0» и «7»; 5) при  $v_q = v_{q+1}$   $\vec{L}$  наклонён к оси абсцисс под  $\angle \alpha = n \cdot 45^\circ$  ( $n$  – кратность).

Предложены следующие лингвистические правила распознавания  $\vec{C}$ : 1) если в подслове  $S_k^{(F)}$   $v_{q+1} = v_q$ , то код  $w_{v_q} = v_q$  является ведущим; 2) при любом направлении обхода  $S_k^{(F)}$  ведущий код изменяется по розе направлений с шагом 1:  $|w_{v_{q+1}} - w_{v_q}| = 1$ ; 3) вследствие центральной симметрии  $\vec{C}$  справедливо:  $z_q = z_{q+4} \bmod 8$ ; 4) при  $|v_{q+2} - v_q| \leq 1$  или  $|v_{q+2} - v_q| = 7$  в  $S_k^{(F)}$  недопустимо наличие двух последовательных монотонно возрастающих или убывающих кодов.

Параметризация  $\vec{L}$  и  $\vec{C}$  осуществляется исходя из их геометрических свойств и возможности восстановления координат точек по правилу, вытекающему из правил Фримен-кодирования ( $z_q$  – количество кодов  $q \in [0; 7]$  в слове  $S_k^{(F)}$ ).

$$\begin{cases} x_n = x_0 + \Delta x, & \Delta x = z_1 + z_2 + z_3 - z_5 - z_6 - z_7 \\ y_n = y_0 + \Delta y, & \Delta y = z_3 + z_4 + z_5 - z_0 - z_1 - z_7 \end{cases}$$

4) Синтез  $\vec{V}_D$  конкатенацией ранжированных  $\{\vec{N}\}$ . Векторное изображение  $\vec{V}_D$  синтезируется как композиция распознанных примитивов  $\{\vec{S}_k^{(F)}\}_1^K$  конкатенацией соседних слов  $S_k^{(F)}$  и  $S_{k+1}^{(F)}$ .

Не распознанные вышеописанными методами примитивы, аппроксимируются В-сплайнами. Предложенная модель реализована в среде C++ Builder XE8 и используется при решении задачи векторизации растровых изображений машиностроительных чертежей. Результат тестирования предложенного метода на 40 образцах показал улучшение базовых показателей качества распознавания типов примитивов в среднем на 49,53% и оценок гомотопности исходного растрового и результирующего векторного изображений - в среднем на 18,61%. Эти результаты свидетельствуют о достоверности и эффективности разработанных моделей и методов.